

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση εναλλασσόμενων διαστημάτων ασιτίας στην αύξηση
αντιστάθμισης εντατικά εκτρεφόμενων ψαριών»**

Ντουμάνη Ευαγγελία

Παπαϊωάννου Νικόλαος

Τσαρνάβας Ιωάννης

ΒΟΛΟΣ 2018

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή :

1. Παναγιώτα Παναγιωτάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια – Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα
2. Ελένη Γκολομάζου, Επίκουρος Καθηγήτρια – Προστασία και Ευζωία Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους ανθρώπους που μας βοήθησαν στα χρόνια της φοίτησής μας στο πανεπιστήμιο, την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας κυρία Παναγιωτάκη Παναγιώτα που μας ανέλαβε στην πτυχιακή μας εργασία, τους υπόλοιπους καθηγητές μας για την βοήθειά που μας πρόσφεραν και τους γονείς, συγγενείς και φίλους μας, που χωρίς την στήριξή τους δε θα ολοκληρώναμε την προσπάθειά μας.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Τσιπούρα (<i>Sparus Aurata</i>).....	7
1.1.1 Συστηματική κατάταξη και βιολογία της τσιπούρας (<i>Sparus Aurata</i>).....	7
1.1.2 Γεωγραφική Εξάπλωση.....	8
1.1.3 Διατροφικές Συνήθειες.....	9
1.1.4 Υδατοκαλλιέργειες.....	9
1.2 Το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης.....	11
1.2.1 Είδη αντιστάθμισης.....	12
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης.....	14
1.4 Σκοπός της εργασίας.....	15
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	16
2.1. Πειραματικός σχεδιασμός.....	16
2.2 Δειγματοληψίες.....	23
2.3 Διατροφή πειραματικών ομάδων.....	24
2.4 Στατιστική επεξεργασία.....	25
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	26
3.1. Έναρξη του πειράματος.....	26
14 ^η ημέρα πειράματος.....	26
20 ^η ημέρα πειράματος.....	26
35 ^η ημέρα πειράματος.....	27
42 ^η ημέρα πειράματος.....	27
56 ^η ημέρα πειράματος.....	27
77 ^η ημέρα πειράματος.....	28
3.2 Παράμετροι αύξησης.....	29
3.3 Παραλλακτικότητα μεγεθών.....	30
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	32
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	38
Ξένη Βιβλιογραφία.....	38
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	42
Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.....	43
6. ABSTRACT.....	44

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πολλοί οργανισμοί εκτρεφόμενοι ή μη παρουσιάζουν ταχύτερη ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της ανάκαμψης τους μετά από μια περίοδο ολικής ή μερικής ασιτίας συγκριτικά με περιόδους συνεχούς διατροφής. Το αποτέλεσμα είναι ότι, άτομα που περνούν μία τέτοια περίοδο ασιτίας και επαναδιατροφής, φτάνουν το ίδιο μέγεθος με άτομα του ίδιου είδους που ζουν σε φυσιολογικές συνθήκες. Ο μηχανισμός που τείνει να επαναφέρει την ανάπτυξη των οργανισμών σε κανονική τροχιά ονομάζεται αύξηση αντιστάθμισης και στη βιβλιογραφία εμφανίζεται ως «growth compensation». Η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε με την διερεύνηση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης στην εκτροφή της τσιπούρας (*Sparus aurata*). ((Στη παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν άτομα τσιπούρας μέσου βάρους 3,8g που παρέμειναν για 10 εβδομάδες σε κλειστό κύκλωμα νερού θερμοκρασίας $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Τα ψάρια χωρίστηκαν σε 3 ομάδες και κάθε ομάδα διαμοιράστηκε σε δύο δεξαμενές, έτσι ώστε κάθε μεταχείριση να εκτελεσθεί εις διπλούν (2 δεξαμενές/ομάδα). Οι ομάδες που προέκυψαν ήταν: **M,(Μάρτυρες)** στα ενυδρεία 5 και 6 με συνεχή καθημερινή διατροφή, **Μεταχείριση(I)** στα ενυδρεία 1 και 3 με περίοδο διατροφής από Τρίτη έως Κυριακή και **Μεταχείριση (II)** στα ενυδρεία 2 και 4 με περίοδο διατροφής από Τετάρτη έως Κυριακή. Σε όλες οι πειραματικές ομάδες, παρατηρήθηκε αύξηση του βάρους, χωρίς όμως να παρατηρηθεί καμία απώλεια βάρους στα άτομα της μεταχείρισης που πέρασαν περιόδους ασιτίας. Πιο συγκεκριμένα, με την ολοκλήρωση του πειράματος, τα άτομα που ανήκαν στην ομάδα του μάρτυρα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη αύξηση σωματικού βάρους,

ακολουθούμενα από αυτά που ανήκαν στις Μεταχειρίσεις (I) και (II). Συμπερασματικά, στην παρούσα εργασία, δεν παρατηρήθηκε πλήρης ή μερική ανάπτυξη αντιστάθμισης για τις μεταχειρίσεις κατά τις οποίες τα ψάρια βίωσαν περιόδους ασιτίας για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τέλος, το φαινόμενο της παραλλακτικότητας των μεγεθών ήταν σε χαμηλά επίπεδα, ωστόσο, φάνηκε να έχει ανοδική τάση με το πέρας του πειράματος.

Λέξεις κλειδιά: *Sparus aurata*, αύξηση αντιστάθμισης, μερική ασιτία, εντατική εκτροφή, παραλλακτικότητα μεγεθών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τσιπούρα (*Sparus aurata*)

1.1.1 Συστηματική κατάταξη και βιολογία της τσιπούρας *Sparus aurata*

Το ψάρι *Sparus aurata* ανήκει στην κλάση των Ακτινοπτερυγίων του φύλου Χορδωτά, μέλος της οικογένειας Sparidae. Το είδος αυτό έχει σώμα ατρακτοειδές, πλευρικά πιεσμένο, κυρτή ράχη και κοντό ρύγχος. Χαρακτηρίζεται από μια μεγάλη μαύρη κηλίδα στο τέλος του βραγχιακού επικαλύμματος. Η τσιπούρα μπορεί να φτάσει σε μήκος τα 70 cm και σε βάρος τα 17,2 kg. Το ψάρι έχει μέγιστη ηλικία τα 11 χρόνια σε συνθήκες κράτησης (Νεοφύτου, 2006).

Η συστηματική ταξινόμηση της τσιπούρας *Sparus aurata*, κατά τον *Linnaeus*(1758) είναι η εξής:

Βασίλειο: *Animalia*

Υποβασίλειο: *Metazoa*

Φύλο: *Chordata*

Υποφύλο: *Vertabrata*

Κλάση: *Teleostei*

Υποκλάση: *Euteleostei*

Οικογένεια: *Sparidae*

Η τσιπούρα είναι πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος, δηλαδή γεννιέται πρώτα ως αρσενικό και μετά το πέρας περίπου 3 χρόνων κάνει αναστροφή φύλου και γίνεται θηλυκό. Συνεπώς στα δύο πρώτα χρόνια της ζωής της, ως αρσενικό, έχει 20-30 cm μήκος και

ζυγίζει γύρω στα 350-400 g. Στον τρίτο χρόνο, που γίνεται θηλυκό, το μήκος της είναι συνήθως 33-40 cm και ζυγίζει από 600 g και πάνω. Η αναπαραγωγή της τσιπούρας λαμβάνει χώρα από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Δεκέμβριο, στην ανοιχτή θάλασσα και ένα θηλυκό, μπορεί να γεννάει 20000-80000 αυγά καθημερινά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Είναι είδος ευρύαλο και ευρύθερμο, αντέχει δηλαδή σε μεγάλες μεταβολές αλατότητας και θερμοκρασίας του νερού. Το βιολογικό θερμοκρασιακό εύρος της τσιπούρας κυμαίνεται από 4 έως 30°C, ενώ η βέλτιστη τιμή για τη μέγιστη ανάπτυξη παρατηρείται στους 22 με 24°C. Η αντοχή της στις μεταβολές της αλατότητας έχει εύρος από 0 έως 40‰ και η μέγιστη ανάπτυξη έχει παρατηρηθεί σε τιμές από 28 έως 32‰. Ακόμη, για την ανάπτυξη της, το pH θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 7,8 και 8,3 και το νερό θα πρέπει να είναι κορεσμένο από οξυγόνο.

Γεωγραφική Εξάπλωση

Η τσιπούρα είναι κοινό είδος στην κεντρική και δυτική Μεσόγειο θάλασσα. Απαντάται από την περιοχή της Αγγλίας μέχρι το Πράσινο ακρωτήριο και τα Κανάρια νησιά. Δεν συναντάται συχνά στην Ανατολική και Νότιο - Ανατολική Μεσόγειο ενώ πολύ σπάνια στη Μαύρη θάλασσα.

Την τσιπούρα μπορούμε να την συναντήσουμε κοντά σε εκβολές ποταμών, μέσα σε λιμνοθάλασσες και μέσα σε ποτάμια σε κοντινή απόσταση από τη θάλασσα. Πιο συγκεκριμένα, βρίσκεται συνήθως σε επίπεδους βυθούς με τραγάνια, λάσπη φύκια καθώς και σε λιβάδια ποσειδωνίας. Συναντάται επίσης και σε βυθούς, με πέτρες και πλάκες που συνορεύουν με τα προαναφερθέντα περιβάλλοντα (Νεοφύτου, 2006).



(Πηγή : <http://www.fishbase.com>)(Γεωγραφική Εξάπλωση της *Sparus aurata* στον κόσμο)

1.1.2 Διατροφικές συνήθειες

Η τσιπούρα είναι σαρκοφάγο είδος και οι διατροφικές της απαιτήσεις εξαρτώνται από το μέγεθος των ατόμων. Τα μικρής ηλικίας ιχθύδια τρέφονται κυρίως με πολύχαιτους, δακτυλιοσκώληκες και μικρού μεγέθους καρκινοειδή, ενώ τα μεγαλύτερα με μύδια, γαστερόποδα και καρκινοειδή.

1.1.4 Υδατοκαλλιέργειες

1.1.4.1 Οι Υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα

Οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν σήμερα τον ταχύτερα αναπτυσσόμενο κλάδο υδρόβιας ζωικής παραγωγής στον κόσμο. Εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης του κλάδου των υδατοκαλλιεργειών, οι υδατοκαλλιέργειες εν αντιθέσει με την αλιεία, φαίνεται ότι θα αποτελέσουν την μελλοντική πηγή ιχθύων για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του ανθρώπου (Watanabe 2002). Σύμφωνα με τις μελέτες του International Food Policy Research Institute (IFPRI) και του Food and Agriculture Organization (FAO), η παγκόσμια κατά κεφαλή κατανάλωση θαλασσινών υπολογίζεται ότι θα αυξηθεί από 15,8 kg σε 17,1 kg το 2020. Οι κυριότεροι παράγοντες που οδηγούν στην αύξηση είναι η υψηλή διατροφική αξία του ψαριού συγκρινόμενη με άλλες πηγές

πρωτεϊνών, αλλά και η αύξηση του πληθυσμού της γης που συνεπάγεται αύξηση της ζήτησης πρωτεϊνών (Lem 2004).

Οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν για την Ελλάδα σημαντικό τομέα της πρωτογενούς παραγωγής. Το εκτεταμένο μήκος και η μορφολογία της ελληνικής ακτογραμμής, σχηματίζουν ένα μεγάλο αριθμό προστατευόμενων περιοχών και κόλπων, οι οποίες σε συνδυασμό με το μεγάλο αριθμό νησιών και το ήπιο κλίμα, παρέχουν τις ιδανικές συνθήκες για όλες τις μορφές εκτροφής των θαλάσσιων οργανισμών. Η πλειοψηφία των μονάδων, χρησιμοποιούν μεθόδους εντατικής εκτροφής σε επιπλέοντες κλωβούς ή σε τσιμεντένια race ways. Ακόμη, υπάρχουν και ημι-εντατικές τεχνικές σε χωμάτινα υδροστάσια (ponds) στις οποίες γίνεται χορήγηση τροφής, όπως επίσης και εκτατικές εκτροφές σε λιμνοθάλασσες και σε υδροστάσια στη χέρσο (Κλαουδάτος 2005). Η αλματώδης ανάπτυξη της θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας τα προηγούμενα 20 έτη έχει καταστήσει τον αναπαραγωγικό αυτό κλάδο ένα από τους δυναμικότερα αναπτυσσόμενους στην Ελλάδα. Η παραγωγή τσιπούρας στην Ελλάδα, κυμάνθηκε στους 59.000 τόνους το 2016 παρουσιάζοντας μείωση κατά 9,2% σε σύγκριση με το 2015 (63.500 τόνους) και αναμένεται να παρουσιάσει το 2017 σχετικά πολύ μικρή αύξηση (~1%). Ως προς την αξία παραγωγής η Ελλάδα το 2015 καταλαμβάνει την τρίτη θέση στην Ε.Ε με τζίρο που φτάνει τα 412 εκ. € (FAO 2016). Σε έκθεσή του, ο FAO, αποδίδει την απώλεια της πρωτιάς από την Ελλάδα στην πτώση των τιμών και στην παράλληλη αύξηση του κόστους των τροφών. Έτσι, ενώ το 1990 οι ιχθυοκαλλιέργειες μόλις που αντιστοιχούσαν στο 2% των αλιευμάτων, σήμερα φαίνεται ότι τα ξεπερνούν στο σύνολό τους, προστατεύοντας έτσι τους «άγριους» πληθυσμούς από την υπεραλίευση και την εξαφάνιση. Τα ψάρια καταλαμβάνουν το πέμπτο μεγαλύτερο

εξαγωγίμο προϊόν της Ελλάδας το 2016 παρουσιάζοντας αύξηση κατά μια θέση σε σχέση με το 2015(ΠΣΕ,KEEM 2017).

1.2 Το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης

Όπως προαναφέρθηκε, αύξηση αντιστάθμισης είναι ο μηχανισμός που τείνει να επαναφέρει την αύξηση σε κανονική τροχιά. Αρχικά, η μελέτη της αύξησης της αντιστάθμισης εφαρμόστηκε στα θηλαστικά, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκε πειραματικά σε μια ομάδα κατοικίδιων ζώων (Wilson&Osbourne 1960). Αργότερα, στις δεκαετίες του 1970 και του 1980 πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες εργασίες σε ψάρια, όπου τα αποτελέσματα αυτών, δεν επιβεβαίωσαν τις ζητούμενες προσδοκίες σχετικά με τους ρυθμούς αύξησης, σε διαδοχικές περιόδους ασιτίας (Bilton&Robins 1973, Zivkov 1982). Στις δύο επόμενες δεκαετίες άρχισαν να πραγματοποιούνται έρευνες σε ιχθείς, οι οποίες όμως δεν είχαν τα επιθυμητά αποτελέσματα (Bilton&Robins 1973, Zivkov 1982). Έτσι, στις αρχές της δεκαετίας του '90 οι επιστήμονες δίνοντας έμφαση στον τομέα των υδατοκαλλιεργειών ξεκίνησαν να εντείνουν τα πειράματά τους, ιδιαίτερα σε ψάρια της οικογένειας *Salmonidae* (Alietal., 2003). Στις μέρες μας το συγκεκριμένο φαινόμενο έχει μελετηθεί σε διάφορα είδη εκτρεφόμενων ψαριών μέσα σε εργαστηριακούς χώρους. Οι περισσότερες έρευνες που έχουν εφαρμοστεί στους ιχθείς επικεντρώνονται στη συχνότητα εναλλαγής ασιτίας-επανασίτισης (Ruedaetal. 1998) ή στην ποσότητα τροφής που χορηγείται (Zhuetal. 2001) ή στην επίδραση που μπορεί να έχουν οι βέλτιστες θερμοκρασιακές μεταβολές (VanDijketal. 2002). Κοινό στοιχείο αυτών των πειραμάτων είναι ότι τα αποτελέσματα αξιολογούνται σχετικά με το τελικό βάρος και το τελικό μήκος που απέκτησαν τα ψάρια μετά από την επανασίτιση τους, σε σύγκριση με αυτά που σιτίζονταν κανονικά. Η σπουδαιότητα της αύξησης αντιστάθμισης σε άτομα ή ομάδες ατόμων που περνούν περιόδους ασιτίας, είναι η επίτευξη μεγέθους περίπου ίδιου με του

οργανισμού ο οποίος βρίσκεται πάντα σε περιβάλλον με επάρκεια τροφής (Riscaetal. 1984).

1.2.1 Είδη αντιστάθμισης

Σύμφωνα με τους Alietal., (2003), οι οργανισμοί που υποβάλλονται σε ασιτία και στη συνέχεια επανασιτίζονται είναι δυνατόν να παρουσιάσουν τέσσερις μορφές αντιστάθμισης:

- **Καμία αντιστάθμιση.**
- **Μερική αντιστάθμιση:** σε αυτό το στάδιο τα άτομα που δελαμβάνουν τροφή για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα δεν κατορθώνουν να επιτύχουν το ίδιο μέγεθος όταν επανασιτιστούν, με τα άτομα που σιτίζονταν σε καθημερινή βάση. Παρόλα αυτά, τα άτομα δείχνουν να αποκτούν ταχείς ρυθμούς ανάπτυξης, γεγονός που ίσως οφείλεται στην αποδοτικότερη μετατρεψιμότητα τροφής.
- **Πλήρης αντιστάθμιση:** εμφανίζεται ταύτιση των ατόμων που δε σιτίζονται καθημερινώς όταν επανασιτιστούν όσον αφορά το μέγεθος, με αυτά που σιτίζονται καθημερινά.
- **Υπερ-αντιστάθμιση:** είναι η πιο ακραία περίπτωση αντιστάθμισης, κατά την οποία τα άτομα που πέρασαν μια περίοδο ασιτίας, όταν λάβουν εκ νέου τροφή επιτυγχάνουν μεγαλύτερη αύξηση μετά από ένα χρονικό διάστημα από τα άτομα που σιτίζονταν καθημερινώς.

1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αύξησης της αντιστάθμισης

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αντιστάθμισης στους εκτρεφόμενους ιχθύες είναι:

1. Το πρωτόκολλο ταΐσματος που θα εφαρμοστεί (διάρκεια μερικής ή ολικής ασιτίας, διάρκεια επαναδιατροφής).

2. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, οι οποίοι διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι:

- Θερμοκρασία (Nicieza&Metcalf 1997, Maclean&Metcalf 2001, Purchase&Brown 2001)
- Αλατότητα (Damsgard&Arnesen 1998)
- Παροχή οξυγόνου (Foss&Imsland 2002)
- Ιχθυοφόρτιση, και
- παραλλακτικότητα των μεγεθών (Jobling&Koskela 1996)

3. Οι επιπτώσεις στη σύνθεση των θρεπτικών συστατικών και τη θρεπτική σύσταση των οργάνων του σώματος.

Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση αντιστάθμισης μπορεί να επηρεάσει διαφορετικά τα ζωτικά όργανα του σώματος όπως την καρδιά, το ήπαρ, τις γονάδες, το εντέρο και την περιεκτικότητα σε σπλαχνικό λίπος (Weatherley&Gill 1981) ή τη περιεκτικότητα σε υγρασία, λίπος, πρωτεΐνες και τέφρα (Quinton&Blake 1990)

4. Η μείωση του ρυθμού μεταβολισμού

Η αύξηση της αντιστάθμισης είναι δυνατό να ευνοείται από τη μείωση του ρυθμού μεταβολισμού του ψαριού κατά τη διάρκεια στέρησης της τροφής. Συγκεκριμένα, σε πειράματα που εφαρμόστηκαν σε νεαρά ιχθύδια από τρία διαφορετικά είδη κυπρινοειδών (*Leuciscuscephalus*, *Chalcalburnuschalcoidesmento*, *Scardiniuserythrophthalmus*), οι Wieseretal. (1992) πρότειναν 4 φάσεις αντίδρασης του οργανισμού κατά τον περιορισμό της τροφής και της επακόλουθης επανασίτισης:

- Η φάση της καταπόνησης, που χαρακτηρίζεται από αυξημένο «stress» και ενεργητικότητα του ιχθύ από την έντονη αναζήτηση τροφής.
- Η φάση της αλλαγής, σύμφωνα με την οποία η συνεχιζόμενη στέρηση τροφής μειώνει το φυσιολογικό ρυθμό αναπνοής και κινητικότητας του ατόμου.
- Η φάση της προσαρμογής, στην οποία ο οργανισμός σταθεροποιεί το ρυθμό μεταβολισμού του, σε σχετικά χαμηλά επίπεδα.
- Τέλος, η φάση της αποκατάστασης, όπου πραγματοποιείται έντονη αύξηση των επιπέδων κατανάλωσης οξυγόνου και της σωματικής αύξησης σε σχέση με την περίοδο της ασιτίας.

5. Η εποχική διακύμανση

Η εποχική διακύμανση σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό από την επικρατούσα θερμοκρασία. Έτσι, λοιπόν, ο σολομός του Ατλαντικού, *Salmon salar* στις χαμηλές θερμοκρασίες του φθινοπώρου εμφάνισε μικρή αντιστάθμιση, σε αντίθεση με το καλοκαίρι, κατά το οποίο οι υψηλές θερμοκρασίες ευνόησαν την αύξηση της αντιστάθμισης (Maclean&Metcalf 2001).

1.4 Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση του φαινομένου της αντιστάθμισης στην εκτροφή τσιπούρας μέσου βάρους $3,8\text{gr}\pm 0,02\text{gr}$, σε κλειστό σύστημα κυκλοφορίας νερού. Πιο συγκεκριμένα στόχος της παρούσας μελέτης είναι να εξεταστεί η επίδραση της διάρκειας της ασιτίας στην αύξηση της τσιπούρας καθώς και στην παραλλακτικότητα των μεγεθών.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Υδατοκαλλιεργειών του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (**Εικ. 2.1**) και είχε διάρκεια 10 βδομάδες.



Εικόνα 2.1 Οι εγκαταστάσεις του πειράματος (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

2.1 Πειραματικός Σχεδιασμός

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες εργασίες έτσι ώστε το εργαστήριο να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του πειράματος. Πιο αναλυτικά, καθαρίστηκαν οι δεξαμενές, οι συνδέσεις του συστήματος, τα φίλτρα και όλος ο χώρος του εργαστηρίου. Επιπλέον, καταγράφηκαν και αγοράστηκαν τα απαιτούμενα για τη διεξαγωγή του πειράματος, όργανα και αναλώσιμα (**Εικ. 2.2 και 2.3**).



Εικόνα 2.2 Αλάτι που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία θαλασσινού νερού(φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2.3 Βακτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τον εμπλουτισμό των υδάτων(φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

Η χρονική διάρκεια του πειράματος ήταν δέκα (10) εβδομάδες και χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 180 άτομα τσιπούρας, ηλικίας 6 μηνών και αρχικού βάρους 3.8 g. Τα ψάρια

μεταφέρθηκαν από τους ΙΧΣ της εταιρείας «ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Α.Β.Ε.Ε» η οποία βρίσκεται τις Ντάπιες Αχλαδιού του νομού Φθιώτιδας. Η μεταφορά τους πραγματοποιήθηκε με ειδικές ισοθερμικές δεξαμενές με οξυγόνο στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Υδατοκαλλιεργειών της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών. Μία μέρα πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας τα ψάρια παρέμειναν άσιτα. Μετά την περίοδο εγκλιματισμού που διήρκησε 21 ημέρες τα ψάρια τοποθετήθηκαν ισόποσα σε 6 γυάλινα ενυδρεία χωρητικότητας 120L το καθένα (**Εικ. 2.4**). Τα ενυδρεία διέθεταν κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας νερού και υποστηριζόταν από σύστημα μηχανικού-βιολογικού φίλτρου για την απομάκρυνση της συνολικής αμμωνίας, των περιττωμάτων και των υπολειμμάτων τροφής. Το κλειστό κύκλωμα διαχείρισης του νερού περιελάμβανε μηχανικό, χημικό και βιολογικό φίλτρο τύπου Eheim professional(**Εικ. 2.5**). Τα ψάρια εγκλιματίστηκαν στις συνθήκες του εργαστηρίου για περίπου 3 εβδομάδες. Κάθε δεξαμενή περιείχε θαλασσινό νερό και στα ψάρια προσφέρονταν καθημερινά τροφή δύο φορές ημερησίως, μια φορά το πρωί (9π.μ-10π.μ) και μια φορά το απόγευμα (17.00 μμ- 18.00 μμ). Σε καθημερινή βάση πραγματοποιούνταν σιφωνισμός του πυθμένα και αντικατάσταση του νερού έως και 30% του συνολικού όγκου των ενυδρείων. Τα ψάρια χωρίστηκαν σε 3 ομάδες (Μάρτυρας, Διαχείριση I και Διαχείριση II) με 2 επαναλήψεις η κάθε μια. Κάθε ομάδα λάμβανε το ίδιο ποσοστό τροφής. Η ομάδα του Μάρτυρα σιτίζονταν σε καθημερινή βάση, η ομάδα της Διαχείρισης I σιτίζονταν Τρίτη-Παρασκευή και η ομάδα της Διαχείρισης II Τετάρτη-Παρασκευή. Ο υπολογισμός της τροφής γίνονταν με βάση το μέγεθος των ψαριών, τη θερμοκρασία του νερού και τα προτεινόμενα ποσοστά διατροφής των πινάκων της εταιρείας BIOMAR Hellas (**Εικ. 2.6**).



Εικόνα 2.4 ενυδρεία τοποθέτησης των ψαριών για το πείραμα(φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2.5 βιολογικό φίλτρο(φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

FEEDING TABLE																											
Fish: Seabream																											
Food type: Elico Sigma 463																											
Feeding level: 100%																											
		TEMPERATURE °C																									
Min	Max	Pellet size (mm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28						
0,50	0,30	inicio 901	0,5	2,68	3,02	3,39	3,79	4,23	4,70	5,21	5,74	6,30	6,87	7,44	8,00	8,51	8,95	9,38	9,85	10,37	10,94						
0,50	1,00	inicio 901	0,8	2,24	2,52	2,83	3,17	3,54	3,94	4,37	4,82	5,30	5,79	6,27	6,75	7,19	7,58	8,00	8,45	8,93	9,44						
1,00	2,00	inicio 901	1,1	1,91	2,16	2,42	2,72	3,04	3,38	3,75	4,14	4,56	4,98	5,40	5,82	6,26	6,54	6,79	6,91	6,85	6,53						
2,00	3,00	inicio 901	1,7	1,47	1,68	1,91	2,17	2,45	2,75	3,07	3,42	3,78	4,15	4,52	4,89	5,26	5,55	5,75	5,90	5,95	5,72						
3,00	5,00	inicio 901	1,7	1,46	1,65	1,86	2,08	2,33	2,60	2,89	3,19	3,51	3,84	4,17	4,49	4,80	5,04	5,25	5,35	5,30	5,05						
5,00	10,00	inicio 901	1,5	1,30	1,47	1,65	1,85	2,07	2,31	2,57	2,84	3,13	3,42	3,72	4,01	4,28	4,51	4,69	4,77	4,70	4,51						
8,00	10,00	inicio 401	1,5	1,19	1,34	1,51	1,69	1,90	2,11	2,35	2,60	2,86	3,13	3,40	3,67	3,92	4,13	4,29	4,37	4,33	4,13						
10,00	15,00	inicio 401	1,9	1,12	1,26	1,42	1,60	1,79	1,99	2,21	2,45	2,70	2,95	3,21	3,46	3,70	3,90	4,05	4,13	4,09	3,89						
15,00	20,00	inicio 401	1,9	1,02	1,15	1,30	1,45	1,63	1,82	2,02	2,23	2,46	2,69	2,92	3,15	3,37	3,56	3,70	3,76	3,73	3,55						
20,00	30,00	ica Sigma 4	3,0	0,94	1,04	1,19	1,34	1,50	1,67	1,86	2,06	2,27	2,48	2,70	2,91	3,11	3,28	3,41	3,46	3,44	3,26						
30,00	30,00	ica Sigma 4	3,0	0,82	0,93	1,04	1,17	1,31	1,46	1,62	1,80	1,98	2,17	2,36	2,53	2,72	2,87	2,98	3,04	3,01	2,87						
50,00	100,00	ica Sigma 4	4,5	0,66	0,76	0,86	0,96	1,08	1,20	1,34	1,48	1,63	1,79	1,95	2,10	2,24	2,37	2,46	2,51	2,48	2,36						
100,00	120,00	ica Sigma 4	4,5	0,60	0,67	0,76	0,85	0,95	1,06	1,18	1,31	1,44	1,58	1,72	1,85	1,98	2,09	2,17	2,21	2,19	2,09						
120,00	150,00	ica Sigma 4	4,5	0,55	0,63	0,70	0,79	0,89	0,99	1,10	1,22	1,34	1,47	1,60	1,72	1,84	1,94	2,02	2,06	2,04	1,94						
150,00	200,00	ica Sigma 4	4,5	0,50	0,57	0,64	0,72	0,80	0,90	1,00	1,10	1,21	1,33	1,45	1,56	1,67	1,76	1,83	1,87	1,85	1,76						
200,00	250,00	ica Sigma 4	4,5	0,45	0,51	0,58	0,65	0,72	0,81	0,90	0,99	1,09	1,20	1,31	1,41	1,51	1,59	1,65	1,68	1,67	1,58						
250,00	300,00	ica Sigma 4	4,5	0,41	0,47	0,53	0,59	0,66	0,74	0,82	0,91	1,00	1,09	1,19	1,29	1,37	1,45	1,51	1,54	1,52	1,45						
300,00	350,00	ica Sigma 4	4,5	0,38	0,43	0,48	0,54	0,61	0,68	0,75	0,83	0,92	1,01	1,10	1,18	1,27	1,34	1,39	1,42	1,40	1,33						
350,00	400,00	ica Sigma 4	4,5	0,36	0,40	0,45	0,51	0,57	0,63	0,70	0,76	0,86	0,94	1,02	1,11	1,18	1,25	1,30	1,32	1,31	1,25						
400,00	450,00	ica Sigma 4	4,5	0,33	0,37	0,42	0,47	0,53	0,59	0,65	0,72	0,80	0,87	0,95	1,02	1,10	1,16	1,21	1,23	1,22	1,16						
450,00	500,00	ica Sigma 4	4,5	0,31	0,35	0,39	0,44	0,49	0,55	0,61	0,66	0,74	0,82	0,89	0,96	1,02	1,08	1,12	1,15	1,14	1,08						

Εικόνα 2.6 προτεινόμενα ποσοστά διατροφής (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

Οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού ελέγχονταν καθόλη τη διάρκεια του πειράματος. Σε εβδομαδιαία βάση καταγράφονταν μετρήσεις για τη θερμοκρασία του νερού (21 ± 1 °C), το pH ($8,00 \pm 0,4$), την αλατότητα ($30 \pm 1\%$) και το διαλυμένο οξυγόνο ($>6,5$ mg/l) με τη χρήση φορητών ηλεκτρονικών οργάνων.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου πραγματοποιούνταν με κλιματιστικό μηχανήματα και η θερμοκρασία διατηρήθηκε στους 23 °C. Οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό καταγράφονταν με οξυγονόμετρο τύπου Hannah 9143, μετά το δεύτερο τάισμα. Σε κάθε ενυδρείο υπήρχε πορόλιθος (αερόπετρα) (Εικ. 2.7) για το

διασκορπισμό του παρεχόμενου αέρα από τους δύο αεροσυμπιεστές. Επίσης, για την παροχή του αέρα είχαν τεθεί σε λειτουργία δύο αεραντλίες. Οι δύο αεραντλίες δούλευαν εναλλάξ ανά μία ώρα, με τη βοήθεια χρονοδιακόπτη, με σκοπό την καλή και ασφαλή τους λειτουργία. Η αλατότητα καθοριζόταν με αλατόμετρο WTW LF 330 (**Εικ. 2.8**) και το pH του νερού ρυθμιζόταν με API High RangeLiquidTestKit.

Επίσης, σε τακτά χρονικά διαστήματα προσδιορίζονταν η συγκέντρωση της ολικής αμμωνίας ($<1 \text{ mg/l}$) με τη χρήση SalifertAmmonia, των νιτρικών με τεστ τύπου API Nitrate N 03 και νιτρωδών με τη βοήθεια των Seranitrite-Test (NO_2)(**Εικ.2.9,2.10**).



Εικόνα 2.7αερόπετρα(φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2.8 αλατόμετρο WTW LF 330(φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 2.9 Κιτ Αμμωνίας, Νιτρωδών και Νιτρικών(φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

Η τεχνητή φωτοπερίοδος που εφαρμόστηκε ήταν 12L:12D ώρες σκότους, με

εναλλαγή που πραγματοποιούνταν στις 09:00 και 21:00, αντίστοιχα.



Εικόνα2.10ΑναλύσειςΑμμωνίας, NO_2 , NO_3 (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

2.2 Δειγματοληψίες

Η εκτροφή των ψαριών διήρκησε 72 ημέρες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ολικού βάρους:

- ❖ 1 ημέρα πριν την έναρξη του πειράματος (15/3/18),
- ❖ την 14^η
- ❖ την 20^η
- ❖ την 35^η
- ❖ την 42^η
- ❖ την 56^η
- ❖ μια ημέρα πριν το τέλος του πειράματος την 77^η μέρα.

Η διαδικασία της μέτρησης που πραγματοποιήθηκε, ήταν η ακόλουθη:

Αρχικά τα ψάρια εξαλειφούνταν από τις δεξαμενές με απόχες. Στην συνέχεια τοποθετούνταν σε πλαστικό κουβά με αναισθητικό φαινοξυ- αιθανόλης με

συγκέντρωση 0,20 ml/lit. Μετά το στάδιο της αναισθησίας, κάθε ψάρι ζυγίζονταν σε ζυγό τύπου AE ADAM ACBPLUS MODEL ABBPLUS 3000.

Αμέσως μετά τοποθετούνταν σε πλαστικό κουβά με καλά οξυγονωμένο θαλασσινό νερό. Κατά το στάδιο αυτό τα ψάρια αποκτούσαν τις αισθήσεις τους και στο τέλος, με μικρή απόχλη επανατοποθετούνταν στα ενυδρεία.

2.3 Διατροφή πειραματικών ομάδων

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση εμπορικής τροφής (σύμπηκτα της εταιρείας Biomar, **Πιν.2.3**) κατάλληλης για το συγκεκριμένο είδος ψαριού. Η ποσότητα της τροφής υπολογίζονταν βάση της θερμοκρασίας και του μεγέθους των ψαριών και διέφερε ανάλογα με την βιομάζα του κάθε ενυδρείου (**Εικ 2.6**).

Πίνακας 2.3. Σύσταση τροφής

<u>Χημική σύσταση</u>	<u>Πρόσθετες ύλες</u>	<u>Αντιοξειδωτικά</u>
Ολικές αζωτούχες ουσίες	<u>Βιταμίνες</u>	Αιθοξυκίνη
Ολικές λιπαρές ουσίες	A	BHA
Ολική τέφρα	D3	Γαλλικό προπύλιο
Ασβέστιο	E	
Μη διάλυτη τέφρα σε HCL	C	
Φώσφορος	<u>Ιχνοστοιχεία</u>	
Ολικές ινώδεις ουσίες	Σίδηρο(τριοξείδιο του σιδήρου)	
Νάτριο	Ιώδιο(ιωδικό ασβέστιο, άνυδρο)	
DHA	Χαλκός(πεντάυδρος θειικός χαλκός)	
EPA	Μαγγάνιο(μονόυδρο θειικό μαγγάνιο)	
ARA	Ψευδάργυρος(μονόυδρος θειικός ψευδάργυρος)	
	Σελήνιο(σεληνιώδες νάτριο)	

2.4 Στατιστική επεξεργασία

Τα δεδομένα της αύξησης των πειραματικών ψαριών επεξεργάστηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS20 και η ομογενοποίηση των δεδομένων έγινε με τη μέθοδο Independent samples T-Test. Ως επίπεδο σημαντικότητας επελέγη το $\alpha=0,05$ ($P<0,05$).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αύξηση

Στην παρούσα εργασία οι παράμετροι που μελετήθηκαν προκειμένου να διερευνηθεί το φαινόμενο της αντιστάθμισης ήταν το σωματικό βάρος.

Οι μέσες τιμές του βάρους των πληθυσμών των ομάδων μαρτύρων και μεταχείρισης δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά κατά την έναρξη του πειράματος.

Έναρξη πειράματος - 1^η ημέρα πειράματος

Το αρχικό μέσο βάρος των ψαριών κατά την έναρξη του πειράματος ήταν $3,86 \pm 0,34$ g για την ομάδα του Μάρτυρα, $4 \pm 0,41$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης I και $3,81 \pm 0,27$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης II (όπου $0,34/0,41/0,27$ τυπική απόκλιση) ενώ το αρχικό μέσο σταθερό μήκος ήταν 7,1 cm.

14^η ημέρα πειράματος

Μετά τη 14^η ημέρα άρχισε να φαίνεται μικρή αριθμητική υπεροχή της ομάδας του Μάρτυρα έναντι των ομάδων της Μεταχείρισης I και Μεταχείρισης II. Έτσι τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν $4,67 \pm 0,30$ g για την ομάδα του Μάρτυρα, $4,64 \pm 0,32$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης I και $4,54 \pm 0,33$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης II (όπου $0,30/0,32/0,33$ αντίστοιχα η τυπική απόκλιση).

	Μεταχείριση I	Μεταχείριση II	Μάρτυρας
Αρχικό βάρος (g)	$4 \pm 0,41$	$3,81 \pm 0,27$	$3,86 \pm 0,34$
Βάρος 2 ^{ης} μέτρησης (g)	$4,64 \pm 0,32$	$4,54 \pm 0,33$	$4,67 \pm 0,30$

20^η ημέρα πειράματος

Κατά την τρίτη μέτρηση η ομάδα του Μάρτυρα άρχισε να αυξάνεται περισσότερο λόγω της καθημερινής του σίτισης σε σχέση με τις άλλες δυο (2) Μεταχειρίσεις (I,II). Έτσι τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν $5,74 \pm 0,59$ g για την ομάδα του Μάρτυρα, $5,51 \pm 0,57$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης I και $4,84 \pm 0,40$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης II (όπου $0,59/0,57/0,40$ αντίστοιχα η τυπική απόκλιση).

	Μεταχείριση I	Μεταχείριση II	Μάρτυρας
Βάρος 2 ^{ης} μέτρησης (g)	$4,64 \pm 0,32$	$4,54 \pm 0,33$	$4,67 \pm 0,30$
Βάρος 3 ^{ης} μέτρησης (g)	$5,51 \pm 0,57$	$4,84 \pm 0,40$	$5,74 \pm 0,59$

35^η ημέρα πειράματος

Την 35^η ημέρα παρατήρησης, η ομάδα του Μάρτυρα εξακολουθούσε να αυξάνεται περισσότερο σε σχέση με τις Μεταχειρίσεις (I,II), οι οποίες είχαν πανομοιότυπα ολικά βάρη. Τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν $8,59 \pm 1,49$ g για την ομάδα του Μάρτυρα, $7,61 \pm 0,82$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης I και $7,43 \pm 0,91$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης II (όπου $1,49/0,82/0,91$ τυπική απόκλιση).

	Μεταχείριση I	Μεταχείριση II	Μάρτυρας
Βάρος 3 ^{ης} μέτρησης (g)	$5,51 \pm 0,57$	$4,84 \pm 0,40$	$5,74 \pm 0,59$
Βάρος 4 ^{ης} μέτρησης (g)	$7,61 \pm 0,82$	$7,43 \pm 0,91$	$8,59 \pm 1,49$

42^η μέρα πειράματος

Διανύοντας την 6^η εβδομάδα του πειράματος, η ομάδα του Μάρτυρα συνέχιζε να αυξάνεται συγκριτικά με τις άλλες δυο (2) ομάδες. Έτσι τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν $11,32 \pm 1,50$ g για την ομάδα του Μάρτυρα, $8,98 \pm 1,26$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης I και $8,10 \pm 0,90$ g για την ομάδα της Μεταχείρισης II (όπου $1,50/1,26/0,90$ τυπική απόκλιση).

	Μεταχείριση I	Μεταχείριση II	Μάρτυρας
Βάρος 4^{ης} μέτρησης (g)	7,61±0,82	7,43±0,91	8,59±1,49
Βάρος 5^{ης} μέτρησης (g)	8,98±1,26	8,10±0,90	11,32±1,50

56^η μέρα πειράματος

Φτάνοντας κοντά στο τέλος του πειράματος, η ομάδα του Μάρτυρα εξακολουθεί να υπερτερεί των Μεταχειρίσεων (I,II), οι οποίες είχαν πανομοιότυπα ολικά βάρη. Τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν 16,42±2,38 g για την ομάδα του Μάρτυρα, 12,36±2,09g για την ομάδα της Μεταχείρισης I και 10,56±1,79g για την ομάδα της Μεταχείρισης II (όπου 2,38/2,09/1,79 τυπική απόκλιση).

	Μεταχείριση I	Μεταχείριση II	Μάρτυρας
Βάρος 5^{ης} μέτρησης (g)	8,98±1,26	8,10±0,90	11,32±1,50
Βάρος 6^{ης} μέτρησης (g)	12,36±2,09	10,56±1,79	16,42±2,38

77^η μέρα πειράματος

Στη τελευταία μέτρηση, για ακόμη μια φορά η ομάδα του Μάρτυρα εμφανίζει μεγαλύτερη και ταχύτερη αύξηση και ανάπτυξη σε σχέση με τις Μεταχειρίσεις (I,II). Έτσι τα τελικά μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν 24,36±4,06 g για την ομάδα του Μάρτυρα, 16,42 ±2,47g για την ομάδα της Μεταχείρισης I και 13,83±2,33g για την ομάδα της Μεταχείρισης II (όπου 4,06/2,47/2,33).

	Μεταχείριση I	Μεταχείριση II	Μάρτυρας
Βάρος 6^{ης} μέτρησης (g)	12,36±2,09	10,56±1,79	16,42±2,38
Βάρος 7^{ης} μέτρησης (g)	16,42±2,47	13,83±2,33	24,36±4,06

Παρακάτω φαίνονται οι μετρήσεις της ομάδας του Μάρτυρα και των Μεταχειρίσεων I και II της αύξησης του σωματικού βάρους (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Συγκεντρωτικός πίνακας εξέλιξης στην αύξηση (μέσο ολικό σωματικό βάρος) των ατόμων της ομάδας του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης I και Μεταχείρισης II

	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	4 ^η μέτρηση	5 ^η μέτρηση	6 ^η μέτρηση	7 ^η μέτρηση
Μάρτυρας	3,86±0,34	4,67±0,30	5,74±0,59	8,59±1,49	11,32±1,50	16,42±2,38	24,36±4,06
Μεταχείριση I	4±0,41	4,64±0,32	5,51±0,57	7,61±0,82	8,98±1,26	12,36±2,09	16,42±2,47
Μεταχείριση II	3,81±0,27	4,54±0,33	4,84±0,40	7,43±0,91	8,10±0,90	10,56±1,79	13,83±2,33

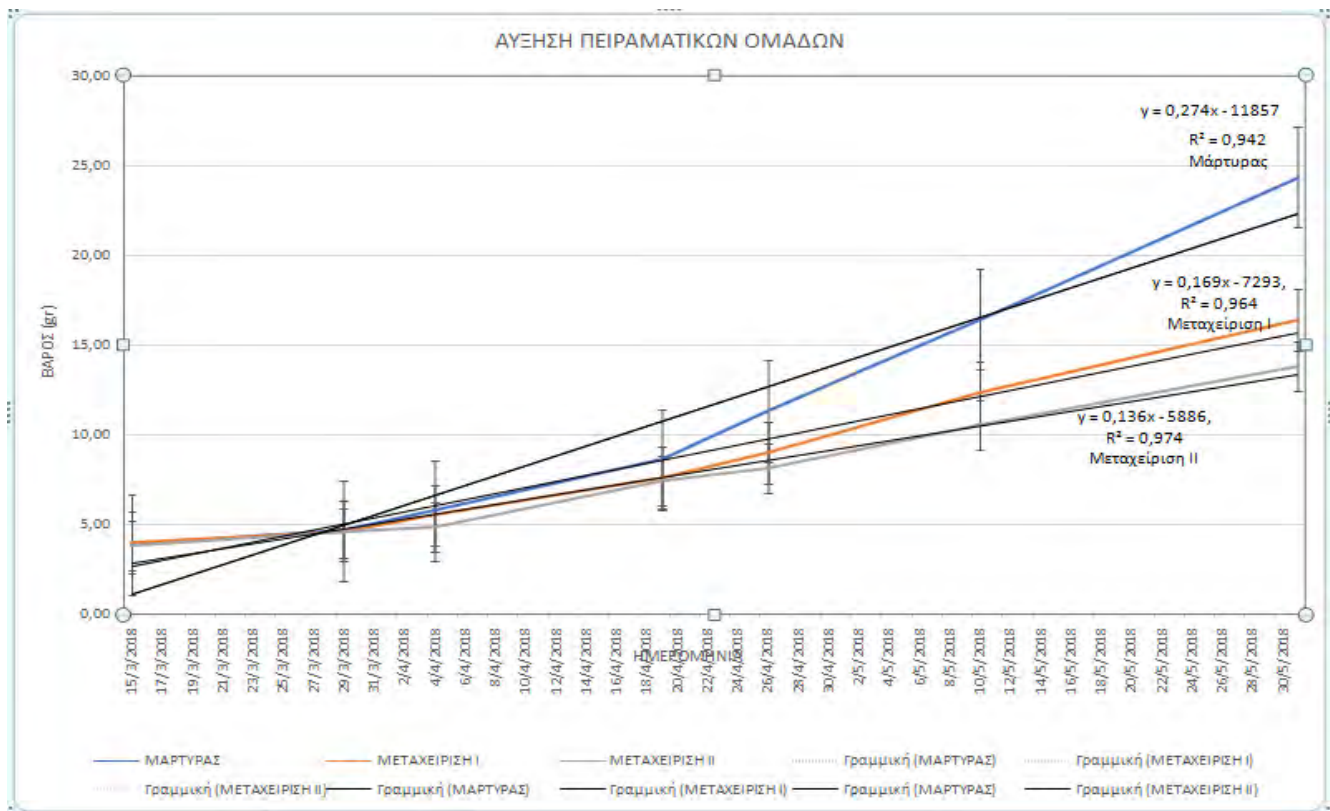
Πίνακας 3.2. Ανάπτυξη (μέσο ολικό βάρος) των ατόμων του Μάρτυρα και των Μεταχειρίσεων μετά την ομογενοποίηση των μετρήσεων (μέσος όρος (x) ± τυπική απόκλιση (stdev)), η αριθμός μετρήσεων.

Τα διαφορετικά γράμματα a,b,c στις τιμές (σε κάθετη διάταξη) δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

	<u>1η μέτρηση</u> 15/3/2018		<u>2η μέτρηση</u> 29/3/2018		<u>3η μέτρηση</u> 4/4/2018		<u>4η μέτρηση</u> 19/4/2018		<u>5η μέτρηση</u> 26/4/2018		<u>6η μέτρηση</u> 10/5/2018		<u>7η μέτρηση</u> 31/5/2018	
Βάρος(g)	x±stdev	n	x±stdev	n	x±stdev	N	x±stdev	n	x±stdev	n	x±stdev	n	x±stdev	n
Μάρτυρας	3,86±0,34 ^b	80	4,67±0,30 ^a	110	5,74±0,59 ^a	102	8,59±1,4 9 ^a	24	11,32±1,50 ^a	6 4	16,42±2,38 ^a	6 4	24,36±4, 06 ^a	45
Μεταχείριση I	4±0,41 ^a	80	4,64±0,32 ^a	110	5,51±0,57 ^c	102	7,61±0,8 2 ^b	23	8,98±1,26 ^b	6 8	12,36±2,09 ^b	5 3	16,42±2, 47 ^b	53
Μεταχείριση II	3,81±0,27 ^b	78	4,54±0,33 ^b	110	4,84±0,40 ^b	102	7,43±0,9 1 ^b	22	8,1±0,9 ^c	9 5	10,56±1,79 ^c	9 0	13,83±2, 33 ^c	71

3.2 Παράμετροι αύξησης

Τα άτομα των μεταχειρίσεων που πέρασαν περιόδους ασιτίας, δεν φαίνεται να κατάφεραν σε καμία περίπτωση να προσεγγίσουν την αύξηση της ομάδας του μάρτυρα και κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με αυτά των μαρτύρων οι οποίοι ακολούθησαν μια πιο ανοδική πορεία στην ανάπτυξη. Η εξέλιξη του βάρους των ψαριών καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος φαίνεται στο Σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2. Εξέλιξη αύξησης βάρους σε όλες τις ομάδες

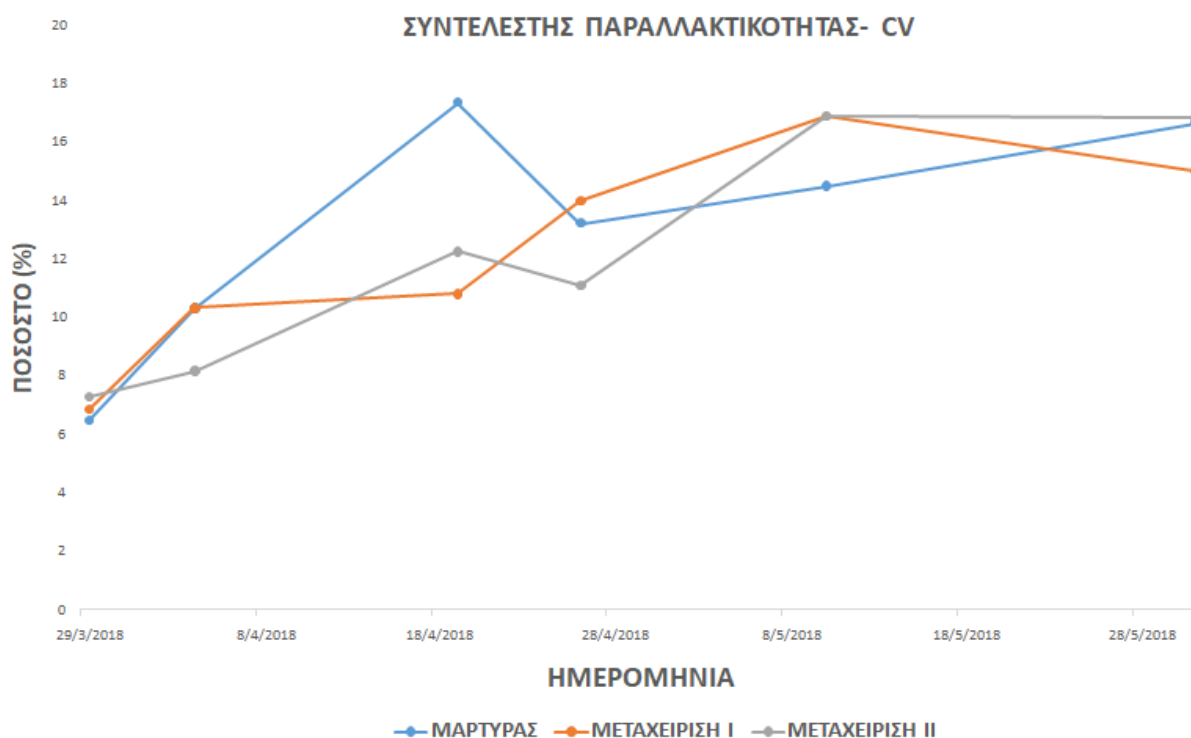
Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε την εξέλιξη του βάρους με γραμμικές εξισώσεις για όλες τις ομάδες (Πίνακας 3.2)

Πίνακας 3.2. Εξέλιξη του βάρους για όλες τις ομάδες με γραμμικές εξισώσεις

	$Y=ax+b$	R^2
Μάρτυρας	$Y=0,274x-11857$	$R^2=0,942$
Μεταχείριση I	$Y=0,169x-7293$	$R^2=0,964$
Μεταχείριση II	$Y=0,136x-5886$	$R^2=0,974$

3.3 Παραλλακτικότητα μεγεθών

Για τον προσδιορισμό του φαινομένου της ανομοιομορφίας των μεγεθών των εκτρεφόμενων ψαριών μελετήθηκε η παραλλακτικότητα μεγεθών των ψαριών του πειράματος. Στηριζόμενοι στο διάγραμμα της παραλλακτικότητας των μεγεθών διαφαίνεται πως τα άτομα των μεταχειρίσεων φανέρωσαν μια πιο ομοιόμορφη καμπύλη κατανομής της παραλλακτικότητας συγκριτικά με εκείνη των μαρτύρων. Επιπλέον τα ποσοστά του φαινομένου της παραλλακτικότητας των μεγεθών φάνηκε να παρουσιάζουν ανοδική πορεία σε όλη τη διάρκεια του πειράματος (Σχήμα 3.3).



Σχήμα 3.3. Εξέλιξη της παραλλακτικότητας των μεγεθών σε όλη την διάρκεια του πειράματος για όλες τις ομάδες των ψαριών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης και της παραλλακτικότητας των μεγεθών στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας. Το πείραμα που είχε διάρκεια 10 εβδομάδων πραγματοποιήθηκε σε ψάρια που ήταν χωρισμένα σε ομάδες και η παράμετρος που μελετήθηκε προκειμένου να διερευνηθεί το φαινόμενο της αντιστάθμισης ήταν το βάρος. Από την έναρξη του πειράματος και το πέρας των πρώτων 14 ημερών τα άτομα των Μεταχειρίσεων I και II που υποβάλλονταν σε περιόδους ασιτίας, έδειξαν να μην αναπτύσσονται αρκετά σε σχέση με την ομάδα του Μάρτυρα, η οποία σιτίζονταν σε καθημερινή βάση. Επίσης και στις επόμενες μετρήσεις που ακολούθησαν, η ομάδα του Μάρτυρα εξακολουθούσε να αναπτύσσεται ταχύτερα σε σχέση με τις Μεταχειρίσεις I και II. Επιπροσθέτως, ακόμη και με την ολοκλήρωση του πειράματος οι Μάρτυρες οι οποίοι σιτίζονταν καθημερινώς είχαν καλύτερη ανάπτυξη από τις Μεταχειρίσεις I και II και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την μη εμφάνιση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης.

Όσον αφορά την παραλλακτικότητα των μεγεθών, στην αρχή του πειράματος οι ομάδες των Μεταχειρίσεων I και II είχαν μεγαλύτερο ποσοστό (6,89% και 7,32% αντίστοιχα) έναντι της ομάδας του μάρτυρα (6,5%). Στο τέλος του πειράματος η ομάδα της Μεταχείρισης II και του Μάρτυρα φαίνεται να καταλήγουν στα ίδια επίπεδα παραλλακτικότητας (16,88% και 16,68%) ενώ η Μεταχείριση I παρουσιάζει μία αμυδρή διαφορά της τάξης του 15,06%.

Οι πιο σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες, που επηρεάζουν την αύξηση της αντιστάθμισης στους ιχθύες είναι η θερμοκρασία, η αλατότητα, τα επίπεδα του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου, η ιχθυοφόρτιση, καθώς και η παραλλακτικότητα των

μεγεθών. Στην παρούσα εργασία οι παραπάνω περιβαλλοντικοί παράγοντες διατηρήθηκαν σταθεροί και δεν επηρέασαν σε καμία περίπτωση την μη εμφάνιση του φαινομένου. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται εργασίες στις οποίες οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρέασαν την εκδήλωση του φαινομένου.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε άτομα σολομού (*Salmo salar*) (Nicieza&Metcalf 1997, Maclean&Metcalf 2001) και *Gadus morhua* (Purchase&Brown 2001), παρατηρήθηκε μερική αντιστάθμιση, έπειτα από μείωση της θερμοκρασίας.

Σε πειράματα που έγιναν σε ιχθύδια τιλάπιας *Oreochromis niloticus*, όταν αυτά τέθηκαν σε μεγάλες ιχθυοφορτίσεις τότε παρατηρήθηκε μια μείωση της αύξησης. Στην συνέχεια η μείωση αυτή εξαφανίστηκε με το που επέστρεψαν τα ψάρια σε κανονικές ιχθυοφορτίσεις (Jobling&Koskela 1996).

Το γατόψαρο (*Anarhichas minor*), εκδήλωσε αύξηση αντιστάθμισης, όταν ξαναγύρισε σε κανονικά οξυγονωμένο νερό, έπειτα από την παραμονή του για εβδομήντα πέντε ημέρες σε υποξικές συνθήκες (Foss&Imsland 2002). Το πείραμα διακόπηκε μετά από είκοσι μία ημέρες παραμονής των ψαριών σε κανονικές συνθήκες οξυγόνου και έτσι δεν έγινε ξεκάθαρο εάν η αύξηση αντιστάθμισης διαρκούσε και παραπέρα.

Οι Tian και Qin (2004) σε πείραμα με μερική σίτιση που πραγματοποίησαν σε Ασιατικό λαβράκι (*Lateolabrax niloticus*) παρατήρησαν πλήρη αντιστάθμιση και ίδια αύξηση κατά την 2η και 4η εβδομάδα του πειράματος στις πειραματικές ομάδες που ελάμβαναν καθημερινά τροφή 50% και 75%. Από την άλλη οι πειραματικές ομάδες που ταΐζονταν με 0% και με 25% τροφή δεν εμφάνισαν καμία αντιστάθμιση καθώς επίσης και οι ρυθμοί αύξησής τους ήταν πολύ μικρότεροι σε σχέση με τις δύο προηγούμενες ομάδες.

Οι Damsgard&Amesen (1998) μελέτησαν ιχθύδια σολομών του Ατλαντικού *Salmosalar*, τα οποία παρουσίασαν μερική αντιστάθμιση μετά από μετακίνησή τους από γλυκό σε θαλασσινό νερό.

Οι Alietal. (2001) και οι Zhuetal. (2003) μελέτησαν την ανάπτυξη αντιστάθμισης στο *Gasterosteusaculeatus* σε πειράματα 8 και 9 εβδομάδων αντίστοιχα. Και στις δυο εργασίες τα ψάρια υποβλήθηκαν σε ασιτία για 1 και 2 εβδομάδες και στη συνέχεια ταΐστηκαν μέχρι κορεσμού. Στην πρώτη εργασία τα ψάρια ανέπτυξαν ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης μετά τη 1 εβδομάδα ασιτίας και μερική αντιστάθμιση μετά τις 2 εβδομάδες ασιτίας. Στη δεύτερη εργασία τα ψάρια παρουσίασαν ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης και στις δυο μεταχειρίσεις. Και στις δυο εργασίες το φαινόμενο της ανάπτυξης αντιστάθμισης οφειλόταν στην υπερφαγία και στη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης.

Στα πλαίσια της εργασίας των Wangetal. (2005) εξετάστηκε η ανάπτυξη αντιστάθμισης στο υβρίδιο της τιλάπιας (*Oreochromismossambicus* X *O. niloticus*). Το πείραμα είχε διάρκεια 8 εβδομάδων και τα ψάρια υποβλήθηκαν σε ασιτία για 1, 2 και 4 εβδομάδες και στη συνέχεια ταΐστηκαν μέχρι κορεσμού. Και στις τρεις μεταχειρίσεις τα ψάρια παρουσίασαν ανάπτυξη μερικής αντιστάθμισης αυξάνοντας την πρόσληψη της τροφής.

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποίησαν ο Eroldogan και οι συνεργάτες του το 2008, παρατηρήθηκε ότι σε νεαρά άτομα τσιπούρας, (*Sparusaurata* L.),τα οποία πέρασαν περιόδους μερικής ή ολικής στέρησης τροφής - επαναδιατροφής, οι μάρτυρες κατάφεραν να συγκεντρώσουν ελαφρώς καλύτερα ποσοστά πρωτεΐνης, χωρίς όμως να παρουσιάσουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τις μεταχειρίσεις.

Από την άλλη μεριά, πειράματα που έγιναν σε μεμονωμένα άτομα διαφόρων ειδών ψαριών, εμφάνισαν φαινόμενα πλήρους αλλά και υπέρ αντιστάθμισης και αποτελούν τεκμήρια για την ύπαρξη του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης. Σε μελέτη του υβριδίου *Lepomis cyanellus* x *L. macrochirus* ηλικίας 0+, καθορίστηκαν περίοδοι στέρησης δύο, τεσσάρων, έξι, δέκα ή δεκατεσσάρων ημερών (Hayward *et al.*, 1997). Με αυτό το πρωτόκολλο κάποιες ομάδες ψαριών που εκτέθηκαν σε κυκλικές φάσεις ταΐσματος και στέρησης τροφής αναπτύχθηκαν περισσότερο, απ' ό,τι οι μάρτυρες που ταΐζονταν καθημερινά σε χρονικό διάστημα εκατόν πέντε ημερών. Η υπέρ – αντιστάθμιση παρατηρήθηκε στα ψάρια της ομάδας με τη διήμερη στέρηση. Η επίδραση του πρωτοκόλλου ταΐσματος και η διάρκεια της ασιτίας έχει ουσιαστικό ρόλο στη εμφάνιση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης.

Σε πείραμά του ο Πανταρίδης (2005) πέτυχε μερική αντιστάθμιση σε άτομα τσιπούρας, που παρόλο που παρέμειναν άσιτα για πάνω από μία εβδομάδες, και παρουσίασαν απώλεια βάρους τις πρώτες μέρες της ασιτίας, στο τέλος κατάφεραν να προσεγγίσουν σε ανάπτυξη τους μάρτυρες που σιτίστηκαν κανονικά. Βέβαια στην παρούσα εργασία, λόγω του μικρού βάρους των ψαριών και της νεαρής ηλικίας, αυτονόητο είναι ότι δεν μπορούσαμε σε καμία περίπτωση να αφήσουμε τα συγκεκριμένα ψάρια άσιτα για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα και γι' αυτό το λόγο περιορίσαμε το πείραμα σε ασιτία ανά μια ή δύο μέρες ανάλογα την μεταχείριση που είχαμε.

Οι Turano *et al.* (2008) σε εργασία τους συμπέραναν ότι το υβρίδιο *Morone chrysops* x *M. saxatilis* υποβαλλόμενο σε συνθήκες σίτισης-νηστείας με κυκλικό πρωτόκολλο και διαφορετικούς κύκλους δεν αντισταθμίζει όσον αφορά στο τελικό βάρος.

Επιπροσθέτως, η μικρή διάρκεια του πειράματος (77 ημέρες) ίσως να μην ευνόησε την εμφάνιση του φαινομένου. Αν ενδεχομένως υπήρχε η δυνατότητα να επιμηκυνθεί η διάρκεια του πειράματος και να πραγματοποιηθούν και άλλες επαναλήψεις του πρωτοκόλλου ταΐσματος, τα τελικά αποτελέσματα να ήταν διαφορετικά. Για παράδειγμα, άτομα ιριδίζουσας πέστροφας αρχικού βάρους περίπου 10 g, παρουσίασαν αύξηση αντιστάθμισης, η οποία προέκυψε μετά από μια περίοδο δεκατριών εβδομάδων ασιτίας (Weatherley&Gill 1981). Παρ' όλα αυτά, οι Eroldoganetal. (2006b), σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε νεαρά άτομα τσιπούρας *Sparus aurata* διάρκειας 40 ημερών και μέσου αρχικού βάρους περίπου 14 g, απέδειξαν ανάπτυξη αντιστάθμισης σε μία από τις μεταχειρίσεις τους. Η συγκεκριμένη μεταχείριση στερούνταν τροφή για μία εβδομάδα και ταΐζονταν μέχρι το επίπεδο κορεσμού για τις υπόλοιπες δύο εβδομάδες.

Έχοντας λοιπόν υπόψη την ανάγκη συμπίεσης του κόστους παραγωγής στις εντατικές μορφές ιχθυοκαλλιέργειας, η επιβολή σταθερών περιόδων ασιτίας ή περιορισμού τροφής στα εκτρεφόμενα ψάρια μπορεί να οδηγήσει σε οφέλη (οικονομικά και περιβαλλοντικά) λόγω της εκδήλωσης του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης. Ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο το πρωτόκολλο που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε επίπεδο παραγωγής για το κάθε εκτρεφόμενο είδος. Γενικά, οι περισσότερες εργασίες με θέμα την αύξηση αντιστάθμισης στα ψάρια, έχουν εξετάσει τις αντιδράσεις στον περιορισμό της τροφής, τη θερμοκρασία ή την ιχθυοφόρτιση του πληθυσμού. Τα πρωτόκολλα θα πρέπει να καθορίζουν το εύρος της μείωσης της αύξησης, που προκαλεί την αύξηση αντιστάθμισης, καθώς και το βαθμό της αντιστάθμισης που θα επιτευχθεί. Σε κάθε περίπτωση πάντως, αν και έχει ερευνηθεί αρκετά ο συγκεκριμένος τομέας, η περεταίρω και σε βάθος έρευνα στα διαφορετικά είδη και στους διαφορετικούς

φυσικοχημικούς παράγοντες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη των ψαριών κρίνεται απαραίτητη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ali, M., Nicieza, A., & Wootton, R. J. (2003). Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and fisheries*, 4(2), 147-190.
- Bilton, H. T., & Robins, G. L. (1973). The effects of starvation and subsequent feeding on survival and growth of Fulton channel sockeye salmon fry (*Oncorhynchus nerka*). *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 30(1), 1-5.
- Blanquet, I., & Oliva- Teles, A. (2010). Effect of feed restriction on the growth performance of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) juveniles under commercial rearing conditions. *Aquaculture research*, 41(8), 1255-1260.
- Damsgard B.&Arnesen A.M(1998). Feeding, growth and social interactions during smolting and seawater acclimation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.
- Eroldoğan, O. T., Kumlu, M., Kiris, G. A., &Sezer, B. (2006). Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. *Aquaculture Nutrition*, 12(3), 203-210.
- Grima, L., Quillet, E., Le Guillou, S., &Mambrini, M. (2007). Compensatory growth performance testing of clonal rainbow trout lines. *Aquaculture*, 272, S263-S264.
- Hayward, R. S., Wang, N., &Noltie, D. B. (2000). Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish. *Aquaculture*, 183(3-4), 299-305.
- Jobling, M., Jørgensen, E. H., &Siikavuopio, S. I. (1993). The influence of previous feeding regime on the compensatory growth response of maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology*, 43(3), 409-419.

- Jobling, M., Meløy, O. H., Dos Santos, J., & Christiansen, B. (1994). The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. *Aquaculture International*, 2(2), 75-90.
- Kim, M. K. & Lovell, R. T. (1995) Effect of restricted feeding regimes on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. *Aquaculture* 135, 285 - 293.
- Lem, A. (2004). An overview of the present market and trade situation in the aquaculture sector-the current and potential role of organic products. *FAO, Fishery Industries Division, HCM City*.
- Liu, W., Wei, Q. W., Wen, H., Jiang, M., Wu, F., & Shi, Y. (2011). Compensatory growth in juvenile Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*): effects of starvation and subsequent feeding on growth and body composition. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2), 749-754.
- Maclean A., Metcalfe N.B. (2001) Social status, access to food and compensatory in mammals and birds. *Biological Review*, 35: 324-363.
- Miller, P., & Loates, M. (1997). *Fish of Britain and Europe* HarperCollins.
- Nicieza, A. G., & Metcalfe, N. B. (1997). Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: responses to depressed temperature and food availability. *Ecology*, 78(8), 2385-2400.
- Oh, S. Y., Noh, C. H., & Cho, S. H. (2007). Effect of restricted feeding regimes on compensatory growth and body composition of red sea bream, *Pagrus major*. *Journal of the world aquaculture society*, 38(3), 443-449.
- Perosino S., 1989. La pesca. Istitutogeografico De Agostini. 4: 350-351.
- Quinton, J. C., & Blake, R. W. (1990). The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Fish Biology*, 37(1), 33-41.

- Riska B., Atchley W.R., Rutledge J.J. (1984) A genetic-analysis of targeted growth in mice. *Genetics* 107, 79-101.
- Sæther, B. S., & Jobling, M. (1999). The effects of ration level on feed intake and growth, and compensatory growth after restricted feeding, in turbot *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture Research*, 30(9), 647-653.
- Skalski, G. T., Picha, M. E., Gilliam, J. F., & Borski, R. J. (2005). Variable intake, compensatory growth, and increased growth efficiency in fish: models and mechanisms. *Ecology*, 86(6), 1452-1462.
- Taşbozan, O., Gökçe, M. A., Erbaş, C., Özcan, F., Adaklı, A., & Tabakoğlu, Ş. S. (2014). Effect of different feeding regimes on compensatory growth and body composition of rainbow trout fed with low lipid and high protein diet.
- Tian, X., & Qin, J. G. (2004). Effects of previous ration restriction on compensatory growth in barramundi *Latescalcarifer*. *Aquaculture*, 235(1-4), 273-283.
- Van Ham, E. H., Berntssen, M. H., Imsland, A. K., Parpoura, A. C., Bonga, S. E. W., & Stefansson, S. O. (2003). The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 217(1-4), 547-558.
- Watanabe, T. (2002). Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheriesscience*, 68(2), 242-252.
- Weatherley, A. H., & Gill, H. S. (1981). Recovery growth following periods of restricted rations and starvation in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, 18(2), 195-208.
- Wieser W., Krumschnabel, G., Ojwang-Okwor J.P. (1992) The energetics of starvation and growth after refeeding in juveniles of three cyprinid species *Environmental Biology of Fishes*, 33: 63-71.

- Wilson P.N., Osbourn, D.F. (1960) Compensatory growth after undemutrition in mammals and birds.
- Zhu, X., Cui, Y., Ali, M., & Wootton, R. J. (2001). Comparison of compensatory growth responses of juvenile three- spined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols. *Journal of Fish Biology*, 58(4), 1149-1165.
- Zhu, X., Wu, L., Cui, Y., Yang, Y., & Wootton, R. J. (2003). Compensatory growth response in three- spined stickleback in relation to feed- deprivation protocols. *Journal of Fish Biology*, 62(1), 195-205.
- Zivkov, M. (1982). On the effect and the nature of growth compensation of fish. *VestnikCeskoslovenskespolecnostizoologicke*.
- Foss, A., &Imsland, A. K. (2002). Compensatory growth in the spotted wolffish*Anarhichas minor* (Olafsen) after a period of limited oxygen supply. *Aquaculture Research*, 33(13), 1097-1101.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κλαουδάτος Σ. (2005) Υδατοκαλλιέργειες Ι, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Μακρυβέλιος Κ. (2007) Η αύξηση αντιστάθμισης σε άτομα τσιπούρας (*Sparusaurata*)

Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.

ΜπακαλουΑμαλία, Μ. (2015). *Αύξηση αντιστάθμισης (growthcompensation) σε εντατικά εκτρεφόμενα ψάρια*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.

Πανταρίδης, Κ. (2005). *Διερεύνηση του φαινομένου της αντιστάθμισης στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας (Sparusaurata L.)* Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.

Παπαϊωάννου, Β. (2013). *Ανάπτυξη αντιστάθμισης και παραλλακτικότητα μεγεθών σε εντατικά εκτρεφόμενα ψάρια, ΠΘ* . Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.

Φειδάντης, Κ. (2012). *Εποχικές, βιοχημικές και φυσιολογικές αποκρίσεις της τσιπούρας (Sparusaurata): συσχέτιση με τη θερμοκρασία της θάλασσας και την κλιματική αλλαγή*. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Βιολογίας).

Καβαλαράκης, Α., Καριπίδης, Φ., Παναγιωτόπουλος, Α., & Μυλωνάς, Γ. (2016). *Επίδραση χορήγησης του μειωμένου επιπέδου τροφής (75%) στην αύξηση της τσιπούρας σε συνθήκες εντατικής διατροφής* Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.

Γιαννακός, Κ., Παπαδόπουλος, Π., Παπαϊωάννου, Α., & Σπανοπούλου, Ε. (2017). *Εκτίμηση της αύξησης της τσιπούρας μετά απο μείωση της ποσότητας της χορηγούμενης τροφής κατά 50%* Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

http: <http://www.fishbase.org/summary/1164>

http: <http://www.eea.gr/gr/el/articles/pse-ta-pio-eksagogima-ellinika-proionta-to->

2016

http: https://www.fgm.com.gr/uploads/file/FGM17_WEB_GR.pdf

ABSTRACT

Many organisms, whether farmed or not, show faster growth during their recovery after a period of total or partial starvation compared to periods of continuous nutrition. The result is that people who pass such a starvation and re-feeding period reach the same size as those of the same species living under normal conditions. The mechanism that tends to reintroduce the growth of organisms into a normal orbit is called compensation growth and in the bibliography it appears as "growth compensation". This study dealt with the investigation of the phenomenon of increase in compensation for breeding of sea bream (*Sparus aurata*). ((In the present study we used giant breeders of average weight of 3.8 g, which remained for 10 weeks in a closed water circuit at a temperature of 21 ± 10 C. The fish were divided into 3 groups and each group was divided into two tanks so that each treatment was carried out in duplicate 2 pools / group) The groups that were obtained were: M, (Control) in aquariums 5 and 6 with continuous daily diet, Treatment (I) in aquariums 1 and 3 with a feeding period from Tuesday to Sunday and Treatment (II) 2 and 4 with a meal period from Wednesday to Sunday In all experimental groups, weight gain was observed, but no loss of weight was observed in treatment-experienced subjects, and more specifically, at the end of the experiment, the control group (I) and (II). In conclusion, in this study, there was no complete or partial development of compensation for treatments for which fish experienced periods of starvation. Finally, the variance phenomenon was at a low level, however, it seemed to have an upward trend at the end of the experiment.

Keywords: *Sparus aurata*, starvation, bream, growth, size variation